枸杞多糖对生长獭兔屠宰性能、免疫器官发育及肉质性状的影响[1]

刘亚娟[1,2]　陈赛娟[1,2]　陈宝江[3]　李宇敏[3]　谷子林[2,3*]

（1.河北农业大学山区研究所，保定 071001；2.河北省山区农业工程技术研究中心，保定 071001；3.河北农业大学动物科技学院，保定 071001）

摘　要：本试验旨在研究枸杞多糖对生长獭兔屠宰性能、免疫器官发育及肉质性状的影响。试验选择 40 日龄獭兔 80 只（公母各占 1/2），随机分为 4 组（每组 20 个重复，每个重复 1 只），对照组饲喂基础饲粮，试验组分别在基础饲粮基础上添加 0.1%、0.2%、0.3%的枸杞多糖。预试期 5 d，正试期 30 d。结果表明：1）与对照组相比，试验组半净膛率和全净膛率均有所提高，但差异不显著(P>0.05)。2）脾脏指数随枸杞多糖添加水平的增加呈上升趋势，以 0.3%组最高，胸腺指数以 0.2%组最高，但各组间差异均不显著(P>0.05)。3）与对照组相比，试验组肌肉滴水损失率、蒸煮损失率、剪切力和亮度(L*)值略有降低，宰后 45 min 和宰后 24 h 的 pH 略有上升，但差异均不显著（P>0.05）；与对照组相比，0.1%、0.2%、0.3%组肌肉红度(a*)值分别提高 1.85%、5.86%、10.80%（P>0.05），黄度（b*）值分别降低 10.79%、7.39%、11.93%（P>0.05）。综合分析认为，饲粮中添加枸杞多糖对生长獭兔的屠宰性能无显著影响，但能在一定程度上提高免疫器官指数，改善其肉质性状，推荐添加量为 0.3%。

关键词：枸杞多糖；屠宰性能；免疫器官指数；肉质性状

中图分类号：S816　　　　文献标识码：A　　　　文章编号：

当前，在滥用抗生素引发食品安全顾虑，畜牧业大力推进无抗化养殖的形势下，开发安全高效的饲用添加剂成为当前研究的重点和热点。枸杞多糖（LBP）是从枸杞中提取的一种水溶性蛋白多糖，由阿拉伯糖、葡萄糖、半乳糖、甘露糖、木糖、鼠李糖 6 种单糖成分组成，是枸杞的主要功效成分。据报道，LBP 能够清除自由基，提高谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）和超氧化物歧化酶（SOD）活性，抑制过氧化反应[1]；能够增强吞噬细胞功能，促进淋巴细胞增殖，增强补体活性，从而调节机体免疫[2]；此外，还具有降血糖、降血脂等作用[3]。对

收稿日期：2017-08-07

基金项目：国家兔产业技术体系（CARS-44-B-3）；河北省高等学校科学技术研究项目（QN2015087）

作者简介：刘亚娟(1982-)，女，河北保定人，副研究员，硕士，主要从事动物营养与饲料研究。E-mail： lyj8258@126.com

*通信作者：谷子林，教授，博士生导师，E-mail： gzl887@sina.com

LBP 的研究大多集中在医学方面[4-7]，应用于畜牧生产中的相关报道较少。本课题组前期研究结果表明：LBP 能够提高生长獭兔和泌乳母兔的生产性能，提高仔兔断奶成活率、促进仔兔的生长发育、降低母兔在泌乳期的失重，且对血清生化指标无不良影响[8-9]。LBP 对生长獭兔屠宰性能、免疫器官发育及肉质性状等相关研究未见报道，本文将就此开展研究，为 LBP 在畜牧生产中的应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验动物选择体况良好、体重基本一致的 40 日龄獭兔，LBP 购自西安开来生物工程有限公司，为棕红色粉末，纯度为 50%。饲养试验和实验室分析均在河北农业大学进行。

1.2　试验设计

饲养试验采用单因子试验设计，选择 40 日龄獭兔 80 只（公母各占 1/2），随机分为 4 组（每组 20 个重复，每个重复 1 只）。对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮的基础上分别添加 0.1%、0.2%、0.3%的 LBP。所有试兔统一管理，相同饲养环境，自由采食，充足饮水。预试期 5 d，正试期 30 d。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　　%

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	
玉米 Corn	12.00	消化能 DE/(MJ/kg)	9.61
次粉 Wheat middling	6.00	粗蛋白质 CP	15.53
豆粕 Soybean meal	17.00	粗纤维 CF	15.15
麸皮 Wheat bran	20.00	酸性洗涤纤维 ADF	35.75
花生皮 Peanut shell	12.00	中性洗涤纤维 NDF	20.82
花生秧 Peanut straws	17.00	钙 Ca	0.98
大麦皮 Barley husk	12.00	总磷 TP	0.51
食盐 NaCl	0.50	赖氨酸 Lys	0.84
石粉 Limestone	1.00	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.61
预混料 Premix[1)]	2.00		
L-赖氨酸 *L*-Lys	0.20		
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.30		
合计 Total	100.00		

[1)] 预混料为每千克饲粮提供The premix provided the following per kg of the diet：VA 13 500 IU，VE 15 mg，VK 1.5 mg，VB_1 1.8 mg，VB_2 6 mg，VB_3 13.5 mg，VB_5 24 mg，VB_6 0.3

mg，VB_{12} 0.024 mg，Cu 10 mg，Fe 60 mg，Zn 70 mg，Mn 16 mg，Se 0.1 mg，生物素 biotin 0.09 mg，叶酸 folic acid 0.3 mg。

2) 营养水平为实测值。Nutrient levels were measured values.

1.3 测定指标与方法

1.3.1 屠宰性能

试兔于试验结束前12 h停喂，宰前空腹称重，记为宰前活重。宰后放血、去皮、头尾、四肢和全部脏器后称重，记为全净膛重；然后加上心脏、肝脏和肾脏后称重，记为半净膛重；分别计算半净膛率和全净膛率。

半净膛率(%)=（半净膛重/宰前活重）×100；

全净膛率(%)=（全净膛重/宰前活重）×100。

1.3.2 免疫器官发育

试兔屠宰后，迅速取胸腺、脾脏称重，计算胸腺指数、脾脏指数。

胸腺指数(%)=（胸腺重/宰前活重）×100；

脾脏指数(%)=（脾脏重/宰前活重）×100。

1.3.3 肉质性状

试兔屠宰后，迅速取下两侧背最长肌，用于测定肌肉pH、蒸煮损失率、滴水损失率、剪切力以及肉色等指标[10]。

pH：分别测定宰后45 min和4 ℃冰箱保存24 h的pH，采用testo-205型pH测量仪从肉样的上、中、下3个区域各取1个点测量pH，取平均值。

蒸煮损失率：取30 g左右肉样，准确称重（m_1）后装入密封袋中，置于80 ℃恒温水浴锅内水浴1 h，后用流水冷却20～30 min，取出肉样用滤纸拭干表面水分称重（m_2）。

蒸煮损失率(%)=［$(m_1-m_2)/m_1$］×100。

滴水损失率：取20 g左右肉样，准确称重（m_3）后装入密封袋中，向袋中充入空气，防止肉样与袋壁接触，悬吊于4 ℃冰箱内，24 h后取出肉样用滤纸拭干表面水分后称重（m_4）。

滴水损失率(%)=［$(m_3-m_4)/m_3$］×100。

剪切力：将肉样装入密封袋中，置于75～80 ℃的恒温水浴锅中水浴2 h，取出后流水冷却30 min，沿肌纤维平行方向截取宽1 cm、厚0.5 cm肉条，用CLM-3B型肌肉嫩度仪测量剪

切力，每样测3次，取平均值。

肉色：采用i wave WR-18型精密色差仪从肉样的上、中、下3个区域各取1个点分别测量红度(a*)、黄度(b*)、亮度(L*)值，取平均值。

1.4 数据处理

试验数据采用Excel 2010软件进行初步处理，利用SPSS 18.0统计软件的ANOVA程序进行方差分析，差异显著时采用LSD法进行多重比较，试验结果以平均值±标准差表示。示。

2 结果与分析

2.1 LBP 对生长獭兔屠宰性能的影响

由表 2 可知，半净膛率和全净膛率以对照组最低，试验组均略高于对照组，其中以 0.3%组最高，分别比对照组高 1.93%和 1.74%，但差异不显著（*P*>0.05）。上述结果表明饲粮中添加 LBP 对生长獭兔的全净膛率和半净膛率均无显著影响。

表 2 LBP 对生长獭兔屠宰性能的影响

Table 2 Effects of LBP on slaughter performance of growing Rex rabbits

项目 Items	对照组 Control group	0.1%组 0.1% group	0.2%组 0.2% group	0.3%组 0.3% group
宰前活重 LWBS/g	1 951.60±55.94	1 917.20±19.90	1 941.40±35.08	1 933.40±44.35
半净膛率 Half eviscerated slaughter rate/%	50.77±2.58	51.53±1.84	51.02±1.21	51.75±1.95
全净膛率 All eviscerated slaughter rate/%	47.80±2.73	48.50±1.80	48.30±1.07	48.63±2.17

同行数据肩标相同字母或无字母表示差异不显著(*P*>0.05)，不同小写字母表示差异显著(*P*<0.05)，不同大写字母表示差异极显著(*P*<0.01)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (*P*<0.01). The same as below.

2.2 LBP 对生长獭兔免疫器官发育的影响

由表 3 可知，与对照组相比，试验组脾脏指数随 LBP 添加水平的增加呈上升趋势，0.3%组比对照组提高 8.89%(*P*>0.05)；胸腺指数以 0.2%组最高，比对照组提高 5.48%(*P*>0.05)。上述结果表明饲粮中添加 LBP 能在一定程度上促进生长獭兔胸腺和脾脏发育。

表 3　LBP 对生长獭兔免疫器官发育的影响

Table 3　Effects of LBP on immune organ development of growing Rex rabbits

项目 Items	对照组 Control group	0.1%组 0.1% group	0.2%组 0.2% group	0.3%组 0.3% group
脾脏重 Spleen weight/g	0.88±0.17	0.85±0.15	0.86±0.12	0.95±0.19
胸腺重 Thymus weight/g	2.67±0.19	2.69±0.16	2.73±0.23	2.95±0.17
脾脏指数 Spleen index/%	0.45±0.08	0.47±0.06	0.48±0.06	0.49±0.08
胸腺指数 Thymus index/%	1.46±0.11	1.52±0.10	1.54±0.09	1.52±0.07

2.3　LBP 对生长獭兔肉质性状的影响

由表 4 可知，试验组宰后 45 min 和宰后 24 h 的 pH 均高于对照组，表明 LBP 能够减缓宰后肌肉 pH 的下降。滴水损失率和蒸煮损失率、剪切力均以 0.3%组最低，分别比对照组低 6.06%、5.09%、18.43%，但差异均未达显著水平（*P*>0.05）；试验组肉色中 L*值均较对照组略有降低，0.1%、0.2%和 0.3%组 a*值较对照组分别提高 1.85%、5.86%、10.80%，b*值较对照组分别降低 10.79%、7.39%、11.93%，但差异均未达显著水平（*P*>0.05）。

表 4　LBP 对生长獭兔肉质性状的影响

Table 4　Effects of LBP on meat quality traits of growing Rex rabbits

项目 Items	对照组 Control group	0.1%组 0.1% group	0.2%组 0.2% group	0.3%组 0.3% group
宰后 45 min pH $pH_{45\ min}$	6.74±0.12	6.75±0.23	6.75±0.16	6.81±0.20
宰后 24h pH $pH_{24\ h}$	6.15±0.09	6.20±0.19	6.17±0.14	6.28±0.14
滴水损失率 Drip loss rate/%	2.31±0.13	2.27±0.18	2.23±0.20	2.17±0.13
蒸煮损失率 Cooking loss rate/%	30.02±0.98	29.42±2.54	29.26±1.02	28.49±2.35
剪切力 Shear force/kgf	3.31±0.95	3.11±0.77	3.03±0.93	2.70±0.35

亮度 L*	34.47±1.60	34.25±1.83	34.33±1.37	33.69±1.39
红度 a*	3.24±0.31	3.30±0.24	3.43±0.15	3.59±0.37
黄度 b*	1.76±0.17[a]	1.57±0.11	1.63±0.13	1.55±0.23

3　讨　论

3.1　LBP 对生长獭兔屠宰性能的影响

獭兔是典型的皮用兔，但近年来其肉用价值逐渐被人们所重视。屠宰性能能够直观反映畜禽宰前的活体品质，是反映其产肉性能的重要依据，而半净膛率和全净膛率是衡量畜禽屠宰性能的主要指标。本试验中，添加 LBP 的 3 个试验组全净膛率和半净膛率较对照组均略有提高，但差异不显著，表明饲粮中添加 LBP 对生长獭兔的屠宰性能有一定的提高趋势，可能与 LBP 能够提高獭兔生产性能有关。

3.2　LBP 对生长獭兔免疫器官发育的影响

胸腺既是淋巴器官又具有内分泌功能，是獭兔重要的中枢免疫器官，对免疫系统外周成分的发育和成熟起重要作用。脾脏含有丰富的 T 淋巴细胞、B 淋巴细胞、巨噬细胞和树突状细胞，是獭兔重要的外周免疫器官[11]。免疫器官指数是反映机体免疫状况的重要指标，在健康范围内免疫器官指数越高，表示免疫机能越强。王静珍等[12]报道，小鼠注射 100 mg/kg LBP 后能够显著提高脾脏和胸腺重，缓解抗生素对免疫器官造成的损伤。本试验中，添加 LBP 的 3 个试验组脾脏指数、胸腺指数均高于对照组，表明 LBP 对促进獭兔免疫器官发育，提高机体免疫力有积极作用。分析认为，LBP 中的活性成分能够与免疫细胞表面高亲和力的受体结合而促进免疫细胞的增殖分化，增加免疫器官内淋巴细胞与巨噬细胞等免疫活性细胞的数量，从而促进獭兔免疫器官发育，提高机体主动免疫能力，具体作用机制尚需深入研究。

3.3　LBP 对生长獭兔肉质性状的影响

pH、系水力、剪切力以及肉色等肉质性状指标是评价生鲜肌肉品质优劣的重要依据。

肌肉 pH 表示肌肉酸度，与糖原的酵解速率及乳酸含量有关。本试验中，添加 LBP 的 3 个试验组宰后 45 min 和宰后 24 h 的 pH 均较对照组下降缓慢。分析认为，獭兔屠宰后，肌肉中的储备的肌糖原发生糖酵解转化为乳酸并在肌肉组织中累积[13]，引起肌肉组织 pH 下降[14]，LBP 的抗氧化作用，能够通过降低糖原的酵解，减少肌肉中乳酸的产生，从而使肌肉

pH 下降缓慢。

系水力在一定程度上反映肌肉的保水性能，进而影响肉的风味和品质，一般用蒸煮损失率和滴水损失率来衡量，剪切力则体现肌肉嫩度。研究表明，肌肉 pH 与滴水损失率、蒸煮损失率呈负相关，蒸煮损失率与剪切力呈正相关[15]。肌肉 pH 迅速下降或较低的宰后 24 h pH 会导致蛋白质变性和较大的滴水损失[16]。本试验中，试验组滴水损失率、蒸煮损失率和剪切力均有不同程度下降。分析认为，肌肉系水力与其细胞膜结构的完整性有关，完整性越好，系水力越高。LBP 的抗氧化作用，能防止细胞膜脂质氧化，维持细胞膜的完整性，阻止肌质中的液体通过细胞膜流出[17]，降低肌肉的滴水损失率。

肉色是肌肉内部生理、生化及微生物变化的外部表现，是肉质和鲜度的感官反映，用 L*、a*、b*表示。L*代表肌肉亮度，受肌肉厚度、色泽饱和度、表面渗出液量、测定时光线强弱等影响[18]，a*代表肌肉红度，反映肌肉中肌红蛋白含量，b*代表肌肉黄度。本试验中，饲粮中添加 0.3% LBP 后生长獭兔的肌肉 L*值略有降低，a*值提高 10.80%，b*值降低 11.93%，推测 LBP 能够延缓肌肉脂肪和肌红蛋白或氧合肌红蛋白氧化，从而增加肉色的稳定性。孙波等[19]报道，饲粮中添加 1 000 mg/kg 的黄芪多糖能够提高胸肌的 a*值和降低 b*值，改善肌肉色泽，与本试验结果一致。

4 结 论

饲粮中添加 LBP 对獭兔屠宰性能无显著影响，但能一定程度的提高免疫器官指数，改善其肉质性状，推荐添加量为 0.3%。

参考文献：

[1]LI X M,MA Y L,LIU X J.Effect of the *Lycium barbarum* polysaccharides on age-related oxidative stress in aged mice[J].Journal of Ethnopharmacology,2007,111(3):504–511.

[2]汪积慧,李鸿梅.枸杞多糖免疫调节作用的研究[J].齐齐哈尔医学院学报,2002,23(11):1204.

[3]LUO Q,CAI Y Z,YAN J,et al.Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*[J].Life Sciences,2004,76(2):137–149.

[4]董永杰,单铁英,岳峰,等.枸杞多糖对淋巴细胞功能的影响[J].现代中西医结合杂志,2010,19(19):2362–2363.

[5]刘丽华,王元,王娅娜,等.枸杞多糖对细粒棘球蚴小鼠脾脏 T 淋巴细胞亚群的影响[J].宁夏医

科大学学报,2012,34(5):432–434,547.

[6]刘彦平,李积东.枸杞多糖对小鼠 NK 细胞和白细胞活性的免疫调节作用[J].青海医学院学报,2001,22(1):1–2.

[7]佘燕玲,何彦丽,杜标炎,等.枸杞多糖联合趋化因子对肝癌小鼠 T 辅助淋巴细胞分化的影响[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(7):208–211.

[8]刘亚娟,陈赛娟,李海丽,等.枸杞多糖对生长獭兔生产性能及血清生化指标的影响[J].中国饲料,2013(20):22–25.

[9]陈赛娟,刘亚娟,王圆圆,等.枸杞多糖对泌乳母兔生产性能及血清生化指标的影响[J].中国农业科学,2013,46(10):2168–2174.

[10]刘浪,熊国远,朱秀柏.家兔的胴体性状和肉品质测定方法[J].中国养兔杂志,2009(3):11–14.

[11]龙振洲.医学免疫学[M].北京:人民卫生出版社,1998.

[12]王静珍,熊建荣.枸杞多糖对小鼠胸腺和脾脏保护作用的研究[J].宁夏医学杂志,2001,23(11):661.

[13]PÖSÖ A R,PUOLANNE E.Carbohydrate metabolism in meat animals[J].Meat Science,2005,70(3):423–434.

[14]RYU Y C,KIM B C.The relationship between muscle fiber characteristics,postmortem metabolic rate,and meat quality of pig longissimus dorsi muscle[J].Meat Science,2005,71(2):351–357.

[15]EL-RAMMOUZ R,BABILÉ R,FERNANDEZ X.Effect of ultimate pH on the physicochemical and biochemical characteristics of turkey breast muscle showing normal rate of postmortem pH fall[J].Poultry Science,2004,83(10):1750–1757.

[16]CARLOSDE B,JULIAN W.家兔营养[M].唐良美,译.2 版.北京:中国农业出版社,2015.

[17]WANG S P,DONG X F,TONG J M,et al.Optimization of enzyme-assisted extraction of polysaccharides from alfalfa and its antioxidant activity[J].International Journal of Biological Macromolecules,2013,62:387–396.

[18]BIANCHI M,FLETCHER D L.Effects of broiler breast meat thickness and backgroud on color measurements[J].Poultry Seienee,2002,81(11):1766–1769.

[19]孙波,肖海鹰,邹明春,等.日粮中添加黄芪多糖对肉鸡屠宰性能及肌肉品质的影响[J].家畜生态学报,2015,36(6):26–29.

Effects of *Lycium barbarum* Polysaccharides on Slaughter Performance, Immune Organ Development and Meat Quality Traits of Growing Rex Rabbits

LIU Yajuan[1,2] CHEN Saijuan[1,2] CHEN Baojiang[3] LI Yumin[3] GU Zilin[2,3*]

(1. *Mountainous Area Research Institute of Hebei Province*, *Baoding* 071001, *China*; 2. *Mountain Area of Hebei Province Agricultural Engineering Technology Research Center*, *Baoding* 071001, *China*; 3. *College of Animal Science and Technology*, *Agricultural University of Hebei*, *Baoding* 071001, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of *Lycium barbarum* polysaccharides (LBP) on slaughter performance, immune organ development and meat quality traits of growing Rex rabbits. A total of 80 40-day-old Rex rabbits (half male and half female) were randomly allocated into 4 groups (each group had 20 replicates and each replicate had 1 rabbit). The rabbits in control group were fed a basal diet, while the rabbits in experimental groups were fed the basal diet supplemented with 0.1%, 0.2% and 0.3% LBP, respectively. Pre-feeding period of 5 d followed by an experimental period of 30 d. The results showed as follows: 1) compared with the control group, the half eviscerated rate and all eviscerated rate of experimental groups had improved, but the differences were not significant (P>0.05). 2) The spleen index was increased with the increase of LBP supplemental level, and the highest value of spleen index was found in the 0.3% group and the highest value of thymus index was found in the 0.2% group, but no significant differences in them were found among all groups (P>0.05). 3) compared with the control group, the drip loss rate, cooking loss rate, shear force and brightness (L*) value of muscle of experimental groups were decreased slightly, and the pH of 45 min and pH of 24 h after slaughter were increased slightly, but the differences were not significant (P>0.05). Compared with the control group, the redness (a*) value of muscle of 0.1%, 0.2% and 0.3% groups were increased by 1.85%, 5.86% and 10.80%, respectively (P>0.05), and the yellowness (b*) value of muscle of 0.1%, 0.2% and 0.3% groups were decreased by 10.79%, 7.39% and 11.93%,

*Corresponding author, professor, E-mail： gzl887@sina.com (责任编辑 菅景颖)

respectively (P>0.05). The results indicate that diet supplemented with LBP has no significant effect on the slaughter performance of growing Rex rabbits, which can improve the immune organ indexes and improve the meat quality traits at a certain extent, and the recommend supplemental level is 0.3%.

Key words: *Lycium barbarum* polysaccharides; slaughter performance; immune organ indexes; meat quality traits